

PAT-NO: JP02002262493A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002262493 A  
TITLE: AIR CONDITIONER  
PUBN-DATE: September 13, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KIN, KOUCHIYUU	N/A
NOTOHARA, YASUO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP2001053429

APPL-DATE: February 28, 2001

INT-CL (IPC): H02K001/27, F24F011/02 , H02K001/22 ,  
H02K007/14 , H02K016/02  
                  , H02K021/16 , H02K029/06

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable the weak field system of  
the magnetic flux  
of a permanent magnet.

SOLUTION: The rotor of a permanent magnet rotary  
electric machine is divided  
to enable relative motion.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-262493

(P2002-262493A)

(43) 公開日 平成14年9月13日 (2002.9.13)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 2 K 1/27	5 0 1	H 0 2 K 1/27	5 0 1 M 3 L 0 6 0
			5 0 1 K 5 H 0 0 2
F 2 4 F 11/02	1 0 2	F 2 4 F 11/02	1 0 2 E 5 H 0 1 9
H 0 2 K 1/22		H 0 2 K 1/22	Z 5 H 6 0 7
7/14		7/14	B 5 H 6 2 1
審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 14 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-53429(P2001-53429)

(22) 出願日 平成13年2月28日 (2001.2.28)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 金 弘中

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 能登原 保夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

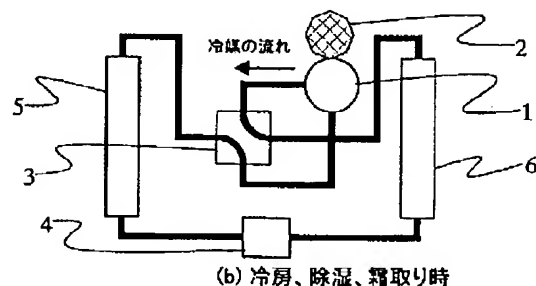
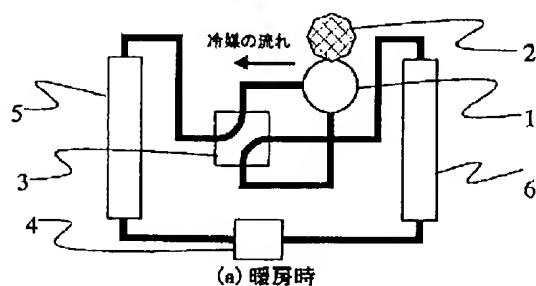
(54) 【発明の名称】 空気調和機

(57) 【要約】

【課題】永久磁石の磁束の弱め界磁を可能とする。

【解決手段】永久磁石回転電機の回転子を分割し相対運動可能とする。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも圧縮機、前記圧縮機の動力源となる電動機、前記電動機を駆動する電気駆動回路（インバータ）、室内熱交換器、電動膨張弁、室外熱交換器を用いて構成される冷凍サイクル中を循環する冷媒の流量を、前記電動機の回転数と前記電動膨張弁の開度を変えて制御する空気調和機において、

前記電動機は一次巻線を有する固定子と界磁用磁石を有する回転子からなり、前記界磁用磁石は、回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第1の界磁用磁石とこの第1の界磁用磁石に対して相対回転が可能で回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第2の界磁用磁石からなり、前記の第1と第2の界磁用磁石は前記固定子磁極に対向しているとともに、前記の第1と第2の界磁用磁石の合成した磁極の位相を第1の界磁用磁石の磁極に対して回転子のトルク方向に伴い変化させる機構を有し、このトルク方向に伴い変化させる機構は、回転子に発生するトルク方向と第1と第2の界磁用磁石間の磁気作用力との釣合いにより前記第1と第2の界磁用磁石の同磁極中心が並ばせる手段と、回転子に発生するトルク方向が反対になるに伴い第1と第2の界磁用磁石の磁極中心がずれる手段とを有する電動機を用いる空気調和機。

【請求項2】請求項1記載の空気調和機において、前記電動機は前記第1と第2の界磁用磁石を初期位置に並ばせる手段と、第1と第2の界磁用磁石の磁極中心がずれる手段とを有し、トルク方向の変化に伴い磁極中心を変化させる機構は、前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、シャフトと第2界磁用磁石は磁極1極分の角度内で変位可能にし、前記第1界磁用磁石の磁極中心と第2界磁用磁石の磁極中心がずれるようにした電動機を用いる空気調和機。

【請求項3】請求項1または請求項2記載の電動機において、トルク方向の変化に伴い磁極中心を変化させる機構は、前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、シャフトにはボルトのネジ部と第2界磁用磁石の内側にはナット部になりお互いにネジの機能を持たせて接続し、第2界磁用磁石の側面から離れたところにはストッパーを設け、ストッパーを回転速度に応じてシャフトと平行に変位可能なサーボ機構を持たせた電動機を用いる空気調和機。

【請求項4】請求項1から請求項3記載の電動機において、前記第1界磁用磁石と第2界磁用磁石の合成磁極位置のずれに応じて前記インバータを制御するコントローラによる電流供給の進角を補正することを特徴とする電動機。

【請求項5】請求項1から請求項3記載の電動機において、前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、シャフトには

ボルトのネジ部と第2界磁用磁石の内側にはナット部になりお互いにネジの機能を持たせて接続し、前記第2界磁用磁石の軸方向の変位量を検出し、第1界磁用磁石と第2界磁用磁石の合成磁極位置のずれ角に対応させ前記インバータを制御するコントローラによる電流供給の進角を補正することを特徴とする電動機。

【請求項6】請求項1から請求項3記載の電動機において、前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、前記第2界磁用磁石と前記シャフト間には回転運動と往復運動及び複合運動を案内出来る支持機構を複数個備えたことを特徴とする電動機。

【請求項7】請求項1から請求項3記載の電動機において、前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、前記第2界磁用磁石の前後にはばねを複数個備えて、前記第2界磁用磁石の回転運動と往復運動及び複合運動を案内する特徴とする電動機。

【請求項8】請求項1から請求項3記載の回転電機において、前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、かつ前記第2界磁用磁石の内側とシャフトの間にはスリーブを介して、前記第2界磁用磁石と前記スリーブを固定したことを特徴とする回転電機。

【請求項9】請求項8のスリーブは、鉄より電気抵抗率が高い非磁性体を用いたことを特徴とする回転電機。

【請求項10】請求項1から請求項3記載の電動機において、前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、前記第1界磁用磁石と前記第2界磁用磁石が接する前記第1界磁用磁石側面に凹部を設け、前記第2界磁用磁石には前記スリーブの機能を兼ねた突起部を設けた構造を特徴とする電動機。

【請求項11】請求項1から3記載の電動機において、前記第1の界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、第2界磁用磁石の側面から離れたところにはストッパーを設け、前記ストッパーは第2界磁用磁石とシャフトに対して回転運動と往復運動及び複合運動を案内する支持機構を備えたことを特徴とする電動機。

【請求項12】請求項1から3記載の電動機において、前記第1の界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、第1界磁用磁石を有する回転子と前記固定子間のエアギャップより第2界磁用磁石を有する回転子と前記固定子間のエアギャップの方が大きくしたことを特徴とする電動機。

【請求項13】請求項1から3記載の電動機において、前記の第1と第2の界磁用磁石は前記固定子磁極に対向しているとともに、前記の第1と第2の界磁用磁石が相対的に軸方向に可動することを特徴とする電動機。

【請求項14】請求項1から請求項3記載の空気調和機において、前記回転電機は通常運転（冷房、暖房：高トルクが必要な運転）時は前記第1界磁用磁石と第2界磁用磁石の磁極中心位置を一致させ、高速低負荷運転（霜取り：高トルクが不要な運転）時は前記第1界磁用磁石と第2界磁用磁石の磁極中心位置をずらして運転することを特徴とする空気調和機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は永久磁石を界磁に用いた電動機に係り、特に空気調和機を駆動する電動機およびその制御方法に関し、電動機の回転子が第1界磁用磁石と第2界磁用磁石から構成され、トルク方向に応じて第1界磁用磁石と第2界磁用磁石の磁極中心位置を変化し、かつ回転数に応じて有効磁束量の変化が可能な電動機およびその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来技術による永久磁石界磁形電動機において、誘導起電力 $E$ は回転子に配置されている永久磁石が発生する一定磁束 $\Phi$ と電動機の回転角速度 $\omega$ によって決定される。つまり、電動機の回転角速度 $\omega$ （回転数）が上昇すると、電動機の誘導起電力は比例して上昇する。

【0003】よって、低速領域で高トルクが得られるが、回転数の可変範囲が狭いために高速領域の運転は困難であった。そこで、弱め界磁制御技術により高速運転領域を広げることが考えられる。

【0004】また、暖房運転時は定期的に霜取り運転が行うが、霜取り運転時間が長くなると暖房能力が低下する問題がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来技術で述べた弱め界磁制御技術により高速運転領域を広げることが、弱め界磁電流による発熱や効率低下などにより限界がある。

【0006】また、暖房運転時の霜取り運転は軽負荷であり、高速回転が望ましいが永久磁石の誘導起電力の上昇による弱め界磁制御にも限界がある。

【0007】本発明は、冷暖房回転領域における高出力特性と、霜取り運転の高回転領域においても高出力特性が得られる永久磁石形電動機を備えた空気調和機を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明では、少なくとも圧縮機、前記圧縮機の動力源となる電動機、前記電動機を駆動する電気駆動回路（インバータ）、室内熱交換器、電動膨張弁、室外熱交換器を用いて構成される冷凍サイクル中を循環する冷媒の流量を、前記電動機の回転数と前記電動膨張弁の開度を変えて制御する空気調和機において、前記電動機は一次巻線を有する固定子と界磁用磁石を有する回転子からなり、前記界磁用磁石は、回

転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第1の界磁用磁石とこの第1の界磁用磁石に対して相対回転が可能で回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第2の界磁用磁石からなり、前記の第1と第2の界磁用磁石は前記固定子磁極に対向しているとともに、前記の第1と第2の界磁用磁石の合成した磁極の位相を第1の界磁用磁石の磁極に対して回転子のトルク方向に伴い変化させる機構を有し、このトルク方向に伴い変化させる機構は、回転子に発生するトルク方向と第1と第2の界磁用磁石間の磁気作用力との釣合いにより前記第1と第2の界磁用磁石の同磁極中心が並ばせる手段と、回転子に発生するトルク方向が反対になるに伴い第1と第2の界磁用磁石の磁極中心がずれる手段とを有することを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施形態について説明する。

【0010】図1は本実施例の永久磁石形同期電動機を配置した冷凍サイクルの概略を示したものである。

【0011】図1（a）は暖房運転時の冷凍サイクル（冷媒の流れ）であり、図1（b）は冷房、除湿、霜取り運転時の冷凍サイクルを示す。

【0012】図1に示す空気調和機は圧縮機1、前記圧縮機の動力源となる電動機2、四方弁3、膨張弁4、室内熱交換器5、室外熱交換器6を用いて構成される冷凍サイクル中を循環する冷媒の流量を、前記電動機の回転数及び前記電動膨張弁の開度を変えて制御する空気調和機の基本構成である。

【0013】まず、図1（a）暖房時の冷凍サイクルで説明すると、

（1）圧縮機1で圧縮された高温、高圧の冷媒は四方弁3を通して室内熱交換器5で熱を室内に供給する。

（2）冷やされた冷媒は膨張弁4で急激に膨張させられ、室外熱交換器6で室外の熱を吸収する。

（3）熱を吸収した冷媒は再度、圧縮機1で圧縮される。

（4）暖房運転を続けると、室外熱交換器6は外気より冷たくなるので、そこに霜がつく。

（5）室外熱交換器6に霜がつくと熱交換能力が下がる。

（6）そこで、ある間隔（霜がついたら）で霜取り運転を行う。次に、霜取り運転時の冷凍サイクルは図1（b）のようになる。

（7）霜取り運転は、四方弁3を切り替え、冷媒の流れを逆にして、高温、高圧の冷媒を室外熱交換器6に通して、霜を解かす。

（8）霜取り運転は、冷房運転と同じ経路をたどる。

（9）この場合、膨張弁4は開いて、単純に暖かい冷媒を循環させる。

（10）このため、霜取り運転時は軽負荷、高速回転と

なる(回転数が高いほど循環速度が速くなり、霜取りにかかる時間が低減できる)。

【0014】図2は暖房運転時の空気調和機の特性を示す。

【0015】図2に示す特性は横軸を時間に取り、縦軸は空気調和機出力(暖房出力)と平均暖房出力、圧縮機回転数及び、室内の温度を示す。空気調和機の最大能力で運転時の従来技術の電動機による諸特性はA、本発明の永久磁石形同期電動機による諸特性はBで示す。

【0016】以下に、暖房能力について説明する。

(1) 圧縮機起動と同時に暖房能力は最大値まで上昇。その後、霜がつき始め熱交換能力が落ちてくるため、暖房能力が低下する。

(2) ある時間たつと霜取り運転に入る。この場合、一旦圧縮機1を停止させて、冷凍サイクル(四方弁3、膨張弁4)を切り替える。

(3) 霜取り運転状態で圧縮機1を高速回転する。従来モータでは、端子電圧の制約からある回転以上には上げられない。本発明では、第2の界磁用磁石の磁極中心位置を変化させ、有効磁束量を少なくすることにより、例えば従来の最高回転数の約2倍程度まで高速化が図れる。

(4) これにより、霜取り時間が短縮され、平均暖房能力が増加し、室温の変動も少なく抑えられる。

【0017】霜取り運転時の更なる高速回転による霜取り時間の短縮がされ、空気調和機としてのメリットは以下の通りである。

(1) 暖房能力向上、省エネ化。

(2) 室温の安定制御、快適性の向上。

【0018】図3は図1の圧縮機の駆動源である電動機30の回転子同磁極中心がずれた場合の概略を示す。

【0019】図1の圧縮機1の駆動源である電動機2の組合せとしては、圧縮機と電動機を一つのハウジングに組合わせるタイプと圧縮機と電動機の各々の機械をカップリングなどを介して動力伝達するタイプなど様々であるが、本発明の電動機2はどちらのタイプでも良い。

【0020】図3において、固定子鉄心10には電機子巻線11がスロット内に巻装されており、内部に冷媒が流れる冷却路12をもったハウジング13に焼ばめされている。ここで、固定子鉄心10とハウジング13との締結方法は、焼ばめでなく圧入でもよい。

【0021】永久磁石埋め込み型回転子20はシャフト22に固定した第1回転子20Aとシャフト22と分離した第2回転子20Bからなる。勿論、永久磁石埋め込み型回転子のみならず、表面磁石型回転子でも良い。

【0022】第1回転子20Aには、永久磁石21Aが回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる。同じく、第2回転子20Bには、永久磁石21Bが回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる。第1と第2回転子の2つの回転子を同一軸上に配置した界磁用磁石は

固定子磁極に対向している。

【0023】第2回転子20Bの内径側はナット部23Bとなり、それに当たるシャフトにはボルトのネジ部23Aとなり、お互いにネジの機能を持たせて接続すると、第2回転子20Bはシャフトに対して回転しながら軸方向に変位可能とする。

【0024】また、第2回転子20Bが固定子の中心から所定の変位以上はみ出さないように前記第2回転子20Bの側面から離れたところにはストッパ24を設ける。さらに、サーボ機構であるストッパ駆動用アクチュエータ25を設けて、前記ストッパ24をシャフトと平行に左右に変位可能にすれば、第1界磁用磁石と第2界磁用磁石の磁極中心のずれる値を変えることが出来る。結果的には、電機子巻線11がスロット内に巻装されている固定子に対して、第1界磁用磁石と第2界磁用磁石からなる全体の有効磁束量を制御可能である。

【0025】上記のようにすることで、トルク方向に応じて永久磁石の有効磁束量を変化することについて述べる。

【0026】基本的に固定子には電機子巻線と回転子には永久磁石を用いる電動機において、電動機として働く時と、発電機として働く時の回転子の回転方向が同じであれば、電動機として働く時と、発電機として働く時の回転子が受けるトルク方向は反対になる。

【0027】また、同じ電動機と働く時、回転子の回転方向が反対になれば、トルク方向も反対になる。同じく、同じ発電機と働く時、回転子の回転方向が反対になれば、トルク方向も反対になる。

【0028】上記に説明した回転方向とトルク方向による基本原理を本発明の実施形態に係る電動機に適用すると以下の通りである。

【0029】冷暖房回転領域における中低回転領域において運転する時は、図4に示すように、第1回転子20Aと第2回転子20Bの同磁極の中心が揃えるようにして、固定子磁極と対向する永久磁石による有効磁束量を多くして、高トルク特性が得られる。

【0030】次に、霜取り運転の高回転領域において運転する時は、図5に示すようにシャフト22に対して第2回転子20Bはボルトのネジ部からナット部が外れるように第1回転子20Aと第2回転子20Bの間の間隔が広がりながら同磁極の中心がずれて、固定子磁極と対向する永久磁石による有効磁束量を少なくすることになり、言い換えると弱め界磁効果があり、高回転領域において高出力特性が得られる。

【0031】第1回転子20Aと第2回転子20Bの間の間隔が広がりながら同磁極の中心がずれて、固定子磁極と対向する永久磁石による有効磁束量が少ない状態の概略を図5に示す。

【0032】図4と図5にはボルトの頭部61、ボルトのネジ部60とナット部62に対応して書いたのがある

が、ボルトの頭部61は第1回転子20A、ナット部62は第2回転子20Bに相当するものである。ボルトのネジ部60(図3内の23Aに相当する)が同じ方向に回転するとすれば、ナット部62にかかるトルク方向によって該ナット部62は締まったり外れたりするように、第2回転子20Bも回転子のトルク方向によって同じ動きをする。

【0033】本発明の電動機による誘導起電力の作用について説明する。

【0034】図6に永久磁石形同期電動機の回転角速度に対する有効磁束、誘導起電力、端子電圧の特性を示す。

【0035】永久磁石形同期電動機の誘導起電力 $E$ は回転子に配置されている永久磁石が発生する一定磁束 $\Phi$ と電動機の回転角速度 $\omega$ によって決定される。つまり図6(a)に示す様に、回転子に配置されている永久磁石が発生する一定磁束 $\Phi_1$ が一定ならば、回転角速度 $\omega$ (回転数)が上昇すると、電動機の誘導起電力 $E_1$ は比例して上昇する。しかし、電源の端子電圧とインバータの容量などからインバータの出力電圧は制限があり、定常運転状態の電動機が発生する誘導起電力も制限がある。その為永久磁石形同期電動機では、ある回転数以上の領域では永久磁石が発生する磁束を減らす為、いわゆる弱め界磁制御を行わなくてはならない。

【0036】誘導起電力が回転角速度に比例して上昇する為、弱め界磁制御の電流も大きくしなければならない故に、1次導体であるコイルに大電流を流す必要があり、おのずとコイルの発生する熱が増大する。そのため、高回転領域における電動機としての効率の低下、冷却能力を超えた発熱による永久磁石の減磁等が起こりうる可能性がある。

【0037】例えば、図6(a)に示す様に、回転子に配置されている永久磁石が発生する磁束 $\Phi_1$ がある回転角速度 $\omega_1$ (回転数)のポイントで磁束 $\Phi_2$ に変わると、電動機の誘導起電力 $E_1$ から誘導起電力 $E_2$ 特性に変化することで誘導起電力の最大値を制限することが可能である。

【0038】図6(b)は同様に回転角速度 $\omega$ (回転数)に応じてより細かく磁束 $\Phi$ が変われば、誘導起電力 $E$ も一定に保つことが可能であることの概略を示す。

【0039】図6に示した特性を得る手段の実施例の一つとして、前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、シャフトにはボルトのネジ部と第2界磁用磁石の内側にはナット部になりお互いにネジの機能を持たせて接続し、第2界磁用磁石の側面から離れたところにはストッパーを設け、ストッパーを回転速度に応じてシャフトと平行に可変可能なサーボ機構を持たせた電動機を用いることで可能である。

【0040】図7に圧縮機駆動電動機の制御回路の構成

図を示す。

【0041】制御方法の一つの例として、120度通電制御、誘起電圧磁極位置検出を前提に記載する。

(1)速度制御回路80:室内熱交換機(室内機)からの速度指令と速度演算回路83からの速度検出値から電動機2にかける電圧指令値を演算する。

(2)駆動回路81:電圧指令値に従ってインバータ(スイッチング素子)を駆動する。(PWM制御)

(3)速度演算回路83:位置情報から電動機2の速度を演算。

(4)位置検出回路84:誘導起電力より電動機2の磁極位置を検出して電気角60度毎の位置情報を出力。

(3相120度信号)

(5)切替え回路85:室内熱交換機(室内機)からの運転モード指令に従って、膨張弁4、四方弁3、電動機2を切り替える駆動信号を出力。

【0042】ここに、位置検出回路84は誘導起電力以外にもホールセンサ、エンコーダ、(180度なら電流センサ)等などで検出しても良い。室外熱交換機は室外ファンの制御も行っているが、ここでは省略する。

【0043】尚、図7における実施例では、電動機2の位置・速度センサ、ならびに電動機の電流センサがある場合のものを示したが、これらの一部のセンサを排除し、センサレスにより電動機2を駆動するタイプの制御構成のものでも、同様に実施可能である。

【0044】また、本発明の永久磁石形同期電動機は、運転状況に応じて第1回転子と第2回転子の同磁極中心が並ばせたり、ずれたりすることになるので、前記第1界磁用磁石と第2界磁用磁石の合成磁極位置のずれに応じて前記インバータを制御するコントローラによる電流供給の進角を補正する機能を持つ。

【0045】電流供給の進角を補正する実施例について述べる。

【0046】前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、シャフトにはボルトのネジ部のネジ部と第2界磁用磁石の内側にはナット部になりお互いにネジの機能を持たせて接続して運転すると、第2界磁用磁石は回転しながら軸方向に左右に移動する。

【0047】運転状況に応じて第1回転子と第2回転子の同磁極中心が並ばせたり、ずれたりする場合の回転角と軸方向変位量の関係を図16に示す。

【0048】図16において、第2回転子の回転角 $\theta$ と軸方向変位量 $\Delta L$ は比例関係であり、変位測定器64を用いて軸方向変位量 $\Delta L$ を測定し、制御回路の位置検出回路(図7内84)にフィードバックされ第1界磁用磁石と第2界磁用磁石の合成磁極位置のずれ角に換算した値として、電流供給の進角を補正する最適制御に用いる。

【0049】図8は本発明の他の実施形態をなす電動機

を示す。

【0050】前記第1回転子20Aはシャフト22に固定し、前記第2回転子20Bはシャフト22と分離すると共に、シャフトの一部にはボルトのネジ部23Aと第2界磁用磁石の内側にスリーブ41を固定し、かつスリーブ41の内側にナット部23Bを固定したものを一体化すれば、シャフト22に対して第2回転子20Bはボルトのネジ部からナット部が外れるように第1回転子20Aと第2回転子20Bの間隔が広がりながら回転する。

【0051】第2界磁用磁石の内側とシャフト22間にはわずかな遊びがあることで、回転と共に第2界磁用磁石の内側とシャフト22間に鎖交磁束の変化が生じると、電食等の障害があるが、前記スリーブ11は鉄より電気抵抗率が高い非磁性体を用いることで、第2界磁用磁石の内側とシャフト22間には磁気的にも、電気的にも絶縁を行う効果がある。

【0052】前記第2界磁用磁石と前記シャフト間には回転運動と往復運動及び複合運動を案内出来るようにスリーブ41の内側に支持機構40A、40Bを備えた。

【0053】第2回転子20Bはシャフトの一部にボルトのネジ部23Aとお互いにネジの機能を持たせて接続され、第2界磁用磁石の側面から離れたところには可変可能なストッパー24を設ける。ストッパー24とシャフト間、ストッパーと第2回転子20Bの側面間には回転運動と往復運動及び複合運動を案内出来るように支持機構42、47を設ける。支持機構42はスラスト軸受の機能を持ち、支持機構47はラジアル軸受でありながら回転運動と往復運動及び複合運動を案内する機能を持つ。

【0054】さらに、ばね48を設けることで、支持機構42はスラスト軸受としてその機能が向上する効果がある。

【0055】ストッパー24はシャフトと平行に可変可能なサーボ機構の一例として電磁クラッチについて述べる。

【0056】電磁クラッチの構成は、ヨーク44にコイル46が巻かれて、ストッパー24は可動鉄心の機能を兼用することで良い。ヨーク44とコイル46は電動機のフレーム49、若しくは圧縮機の一部に（図に示せず）固定し、ヨーク44とストッパー24の間にはばね45を備えて励磁遮断時の復帰装置の機能を持つ。電動機のフレーム49とシャフト22の間には軸受50で支える。

【0057】図8はコイル46に無励磁状態の概略であり、図9はコイル46に励磁状態の概略を示す。

【0058】コイル46を励磁することでヨーク44は強力な電磁石となり、可動鉄心の機能を兼用するストッパー24を吸引する。

【0059】コイル46を励磁してストッパー24を吸

引する時には、シャフト22に対して第2回転子20Bはボルトのネジ部からナット部が外れるように第1回転子20Aと第2回転子20Bの間隔が広がりながら回転するようにトルクを加えれば、コイル46に流す電流の負担が少なくて済む。

【0060】ここに示した電磁クラッチはストッパー24をシャフトと平行に可変可能なサーボ機構の一例であり、油圧アクチュエータ、回転機とボールネジなどによる直線駆動装置、リニアモータなどを用いることで、より細かなストッパーの位置決めが可能である。

【0061】図10は第2回転子20Bの内側に固定されるスリーブ41の一例を示す。

【0062】それらの固定方法の一つとして、第2回転子20Bとスリーブ41からなる2つの部品の接する面のお互いに凸凹を設けて固定した。また、シャフト22に固定した第1回転子20Aとシャフト22と分離した第2回転子20Bの内側違いの概略を示す。

【0063】図11は本発明の他の実施例を示す。

【0064】前記第1界磁用磁石と前記第2界磁用磁石が接する前記第1界磁用磁石側面に凹部53を設け、前記第2界磁用磁石には前記スリーブの機能を兼ねた突起部54を設けた構造である。突起部54はスリーブ41と一体ものでも良いし、第2回転子20Bと一体ものでも良い。よって、スリーブ41の十分なスペースが確保出来、ばね48、支持機構40A、40B、ナット部23Bらを有効に配置することで、第2回転子20Bの軸長積厚が薄い電動機に有効な手法の一つである。

【0065】図12は本発明の他の実施例を示す。

【0066】図12に示す基本構成要素は図8と同じであるが、電磁クラッチに相当する一部を変更した一例である。図12はコイル46が励磁状態であり、励磁遮断時はばね45によりヨーク44とストッパー24は切り離れる。また、第2回転子20Bにトルクが加わるボルトのネジ部23Aとナット部23Bの相互作用によるネジの機能により推力が得られる特性を持つ。よって、ネジとトルクの相互関係でストッパー24を押し出す推力が加われば、コイル46の励磁を遮断するとストッパー24はヨーク44と切り離れる。ヨーク44はアーム52を介してフレーム49、若しくは圧縮機の一部に（図に示せず）固定される。

【0067】図12に示す電磁クラッチは、図8、図9の説明と同じくストッパー24をシャフトと平行に可変可能なサーボ機構の一例であり、油圧アクチュエータ、回転機とボールネジなどによる直線駆動装置、リニアモータなどを用いることで、より細かなストッパー24の位置決めが可能である。

【0068】図13は本発明の他の実施例を示す。

【0069】本発明の電動機の特徴として、第1回転子20Aはシャフト22に対してしっかり固定されているのに対して、第2回転子20Bはシャフト22に対して

自由度を持つことになる。従って、第2回転子20Bとシャフト22間にはわずかな機械的な寸法の遊びがあり、大きなトルクや遠心力などが加わると偏心することもあり得る。よって、第1界磁用磁石を有する第1回転子20Aと前記固定子間のエアギャップGap1より第2界磁用磁石を有する第2回転子20Bと前記固定子間のエアギャップGap2の方が大きくしたことで、偏心による第2回転子20Bと前記固定子との機械的な接続を省く効果がある。

【0070】ストッパ24と第2回転子20Bの間、第1回転子20Aと第2回転子20Bの間には、ばね48、ばね51を複数個設けることで、第2回転子20Bの急激な変動を押さえたり、トルク方向による動きを補助する効果がある。

【0071】勿論、各図に示した各々の構成要素は様々な方法で組合わせることが可能であり、用途に合わせて加えたり、取り外すことは言うまでもない。

【0072】以上の本発明の説明では、4極機を対象に述べたが、2極機、又は、6極機以上に適用出来る事は言うまでもない。一例として、図14には本発明を8極機に適用した場合の永久磁石形同期電動機の回転子概略図を示す。また、回転子においては埋め込み磁石形でも、表面磁石形でも適用出来る事は言うまでもない。

【0073】図15は前記の第1と第2の界磁用磁石が相対的に軸方向に可動する概念を示す。

【0074】図15において、シャフト22の一部に溝63Aを備えて、第2回転子20Bの内側には突起部63Bとを組合わせて第1と第2の界磁用磁石が相対的に軸方向に可動する概念である。軸方向の可動はサーボ機構であるストッパ駆動用アクチュエータ25で行う。

【0075】

【発明の効果】本発明の永久磁石形同期電動機は第1界磁用磁石と第2界磁用磁石に分割した回転子を同一軸上に配置したトルク方向により第1と第2の界磁用磁石の磁極中心を変化させるという構成により、固定子磁極と対向する永久磁石による有効磁束量を可変出来るという効果がある。

【0076】特に、空気調和機の圧縮機の弱め界磁が簡単に出来、広範囲可変速制御には大きな効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例の永久磁石形同期電動機を配置した冷凍サイクルの概略を示す。

【図2】暖房運転時の空気調和機の特性を示す。

【図3】図1の電動機の回転子同磁極中心がずれた場合概略を示す(その1)。

【図4】図1の電動機の回転子同磁極中心が揃った場合概略を示す。

【図5】図1の電動機の回転子同磁極中心がずれた場合概略を示す(その2)。

【図6】図1の電動機の回転角速度に対する諸特性を示す。

【図7】図1の電動機の制御ブロック図を示す。

【図8】本発明の他の実施形態をなす電動機を示す(アクチュエータOFF状態)。

【図9】本発明の他の実施形態をなす電動機を示す(アクチュエータON状態)。

【図10】本発明の他の実施形態をなす電動機の回転子の内側を示す。

【図11】本発明の他の実施形態をなす電動機の回転子の内側を示す。

【図12】本発明の他の実施形態をなす電動機を示す(アクチュエータON状態)。

【図13】本発明の他の実施形態をなす電動機の回転子概略図を示す(Gapの差を付ける)。

【図14】本発明の他の実施形態をなす電動機の回転子概略図を示す(8極機に適用した場合)。

【図15】本発明の他の実施形態をなす電動機の回転子の概略図を示す(軸方向可動)。

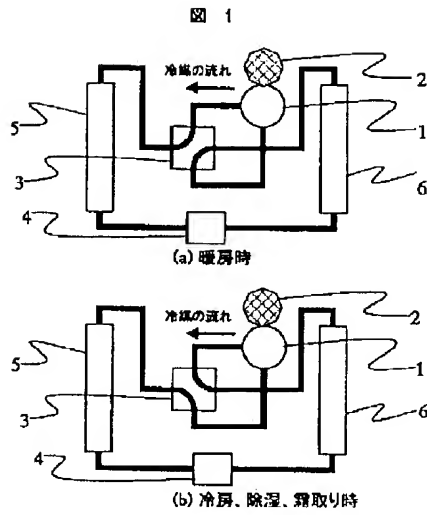
【図16】本発明の他の実施形態をなす電動機の軸方向変位測定の概略図を示す。

【符号の説明】

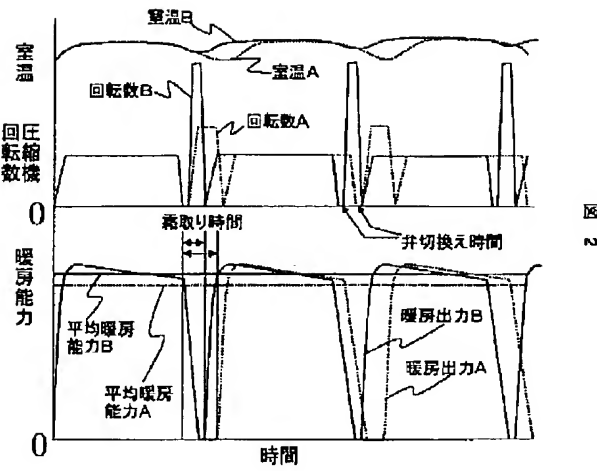
2…電動機、10…固定子鉄心、11…電機子巻線、12…冷却水流路、13…ハウジング、20…回転子、20A…第1回転子、20B…第2回転子、21…永久磁石、21A…第1回転子永久磁石、21B…第2回転子永久磁石、22…シャフト、23…ネジ、24…ストッパ、25…ストッパ駆動用アクチュエータ、26…ばね、27…ダンパー、101…運転判断部、102…電流制御、103…回転座標変換部、104…インバータ、105…2軸変換部。



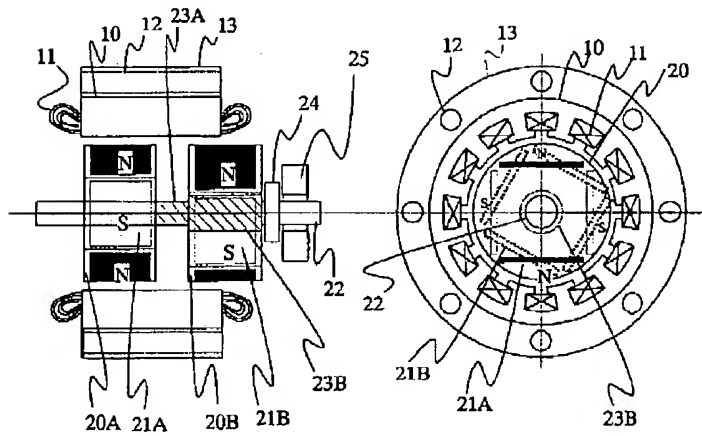
【図1】



【図2】

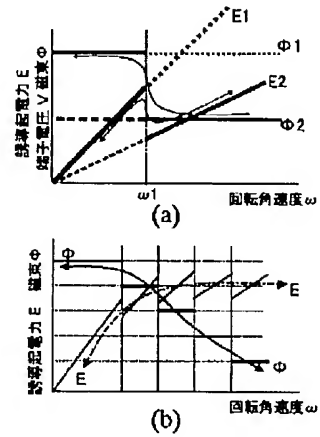


【図3】

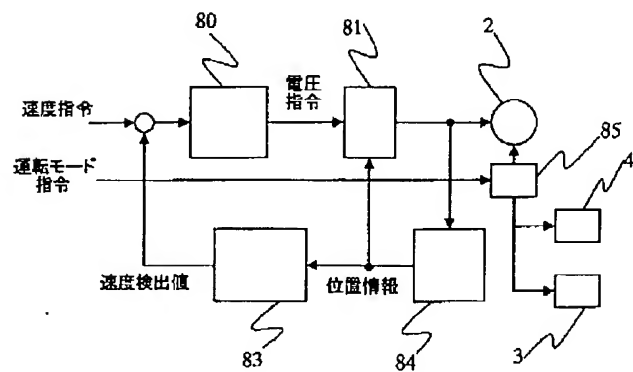


【図6】

図 6



【図7】



【図4】

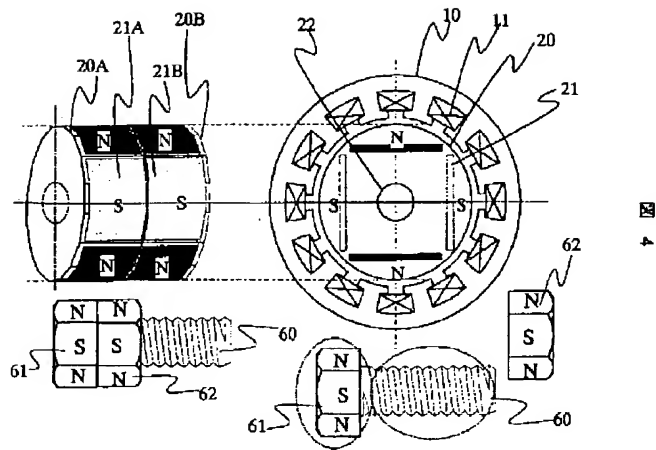


図 4

【図5】

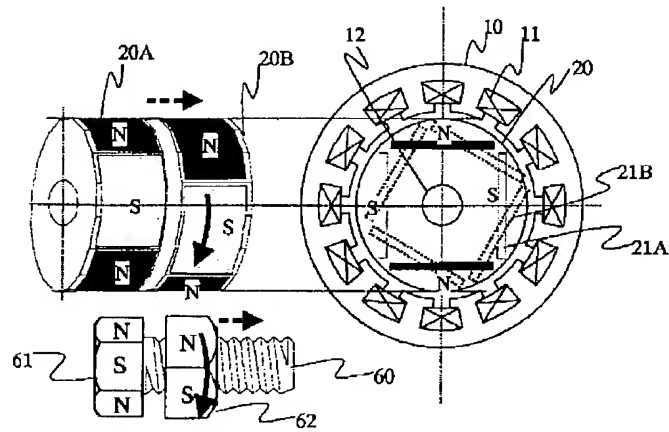


図 5

【図8】

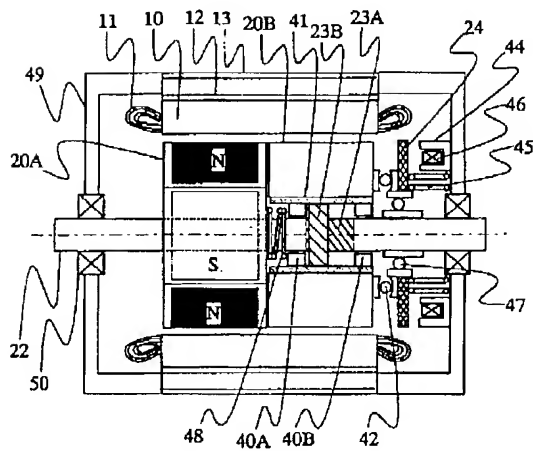
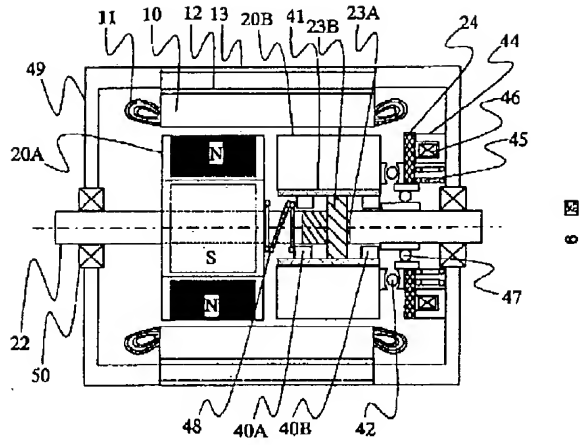


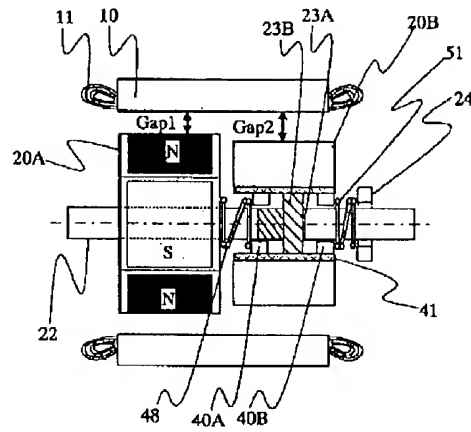
図 8

【図9】



【図13】

図 13



【図10】

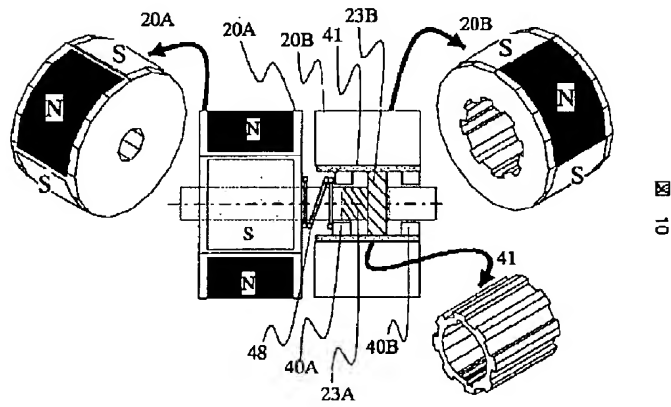


図 10

【図11】

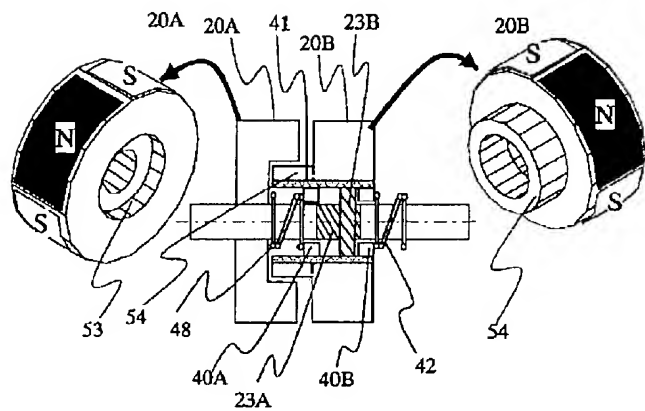


図 11

【図12】

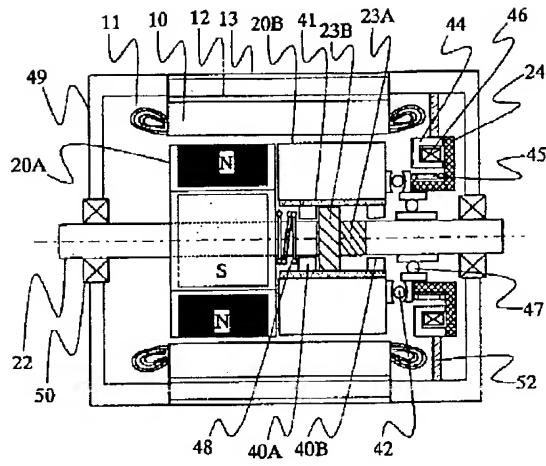


図 12

【図14】

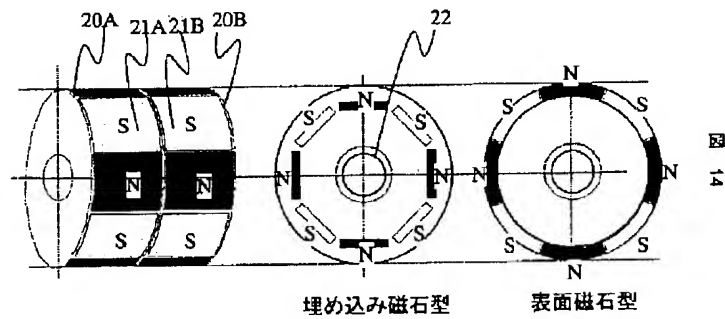


図 14

【図15】

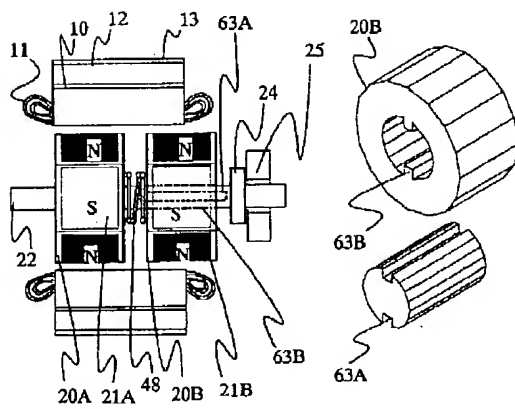


図 15

【図16】

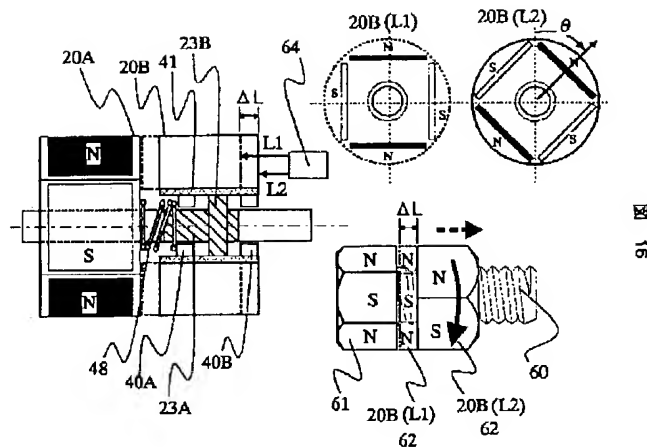


図 16

## 【手続補正書】

【提出日】平成13年7月23日（2001. 7. 23）

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも圧縮機、前記圧縮機の動力源となる電動機、前記電動機を駆動する電気駆動回路（インバータ）、室内熱交換器、電動膨張弁、室外熱交換器を用いて構成される冷凍サイクル中を循環する冷媒の流量を、前記電動機の回転数と前記電動膨張弁の開度を变えて制御する空気調和機において、

前記電動機は一次巻線を有する固定子と界磁用磁石を有する回転子からなり、前記界磁用磁石は、回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第1の界磁用磁石とこの第1の界磁用磁石に対して相対回転が可能で回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第2の界磁用磁石からなり、前記の第1と第2の界磁用磁石は前記固定子磁極に対向しているとともに、前記の第1と第2の界磁用磁石の合成した磁極の位相を第1の界磁用磁石の磁極に対して回転子のトルク方向に伴い変化させる機構を有し、このトルク方向に伴い変化させる機構は、回転子に発生するトルク方向と第1と第2の界磁用磁石間の磁気作用力との釣合いにより前記第1と第2の界磁用磁石の同磁極中心が並ばせる手段と、回転子に発生するトルク方向が反対になるに伴い第1と第2の界磁用磁石の磁極中心がずれる手段とを有する電動機を用いる空気調和機。

【請求項2】請求項1記載の空気調和機において、前記電動機は前記第1と第2の界磁用磁石を初期位置に並ばせる手段と、第1と第2の界磁用磁石の磁極中心がずれる手段とを有し、トルク方向の変化に伴い磁極中心を変化させる機構は、前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、シャフトと第2界磁用磁石は磁極1極分の角度内で変位可能にし、前記第1界磁用磁石の磁極中心と第2界磁用磁石の磁極中心がずれるようにした電動機を用いる空気調和機。

【請求項3】請求項1または請求項2記載の電動機において、トルク方向の変化に伴い磁極中心を変化させる機構は、前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、シャフトにはボルトのネジ部と第2界磁用磁石の内側にはナット部になりお互いにネジの機能を持たせて接続し、第2界磁用磁石の側面から離れたところにはストッパを設け、ストッパを回転速度に応じてシャフトと平行に変位可能なサーボ機構を持たせた電動機を用いる空気調和機。

【請求項4】請求項1から請求項3記載の電動機において、前記第1界磁用磁石と第2界磁用磁石の合成磁極位置のずれに応じて前記インバータを制御するコントローラによる電流供給の進角を補正することを特徴とする電動機。

【請求項5】請求項1から請求項3記載の電動機において、前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、シャフトにはボルトのネジ部と第2界磁用磁石の内側にはナット部になりお互いにネジの機能を持たせて接続し、前記第2界磁用磁石の軸方向の変位量を検出し、第1界磁用磁石と

第2界磁用磁石の合成磁極位置のずれ角に対応させ前記インバータを制御するコントローラによる電流供給の進角を補正することを特徴とする電動機。

【請求項6】請求項1から請求項3記載の電動機において、前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、前記第2界磁用磁石と前記シャフト間には回転運動と往復運動及び複合運動を案内出来る支持機構を複数個備えたことを特徴とする電動機。

【請求項7】請求項1から請求項3記載の電動機において、前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、前記第2界磁用磁石の前後にはばねを複数個備えて、前記第2界磁用磁石の回転運動と往復運動及び複合運動を案内する特徴とする電動機。

【請求項8】請求項1から請求項3記載の回転電機において、前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、かつ前記第2界磁用磁石の内側とシャフトの間にはスリーブを介して、前記第2界磁用磁石と前記スリーブを固定したことを特徴とする回転電機。

【請求項9】請求項8のスリーブは、鉄より電気抵抗率が高い非磁性体を用いたことを特徴とする回転電機。

【請求項10】請求項1から請求項3記載の電動機において、前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、前記第1界磁用磁石と前記第2界磁用磁石が接する前記第1界磁用磁石側面に凹部を設け、前記第2界磁用磁石には前記スリーブの機能を兼ねた突起部を設けた構造を特徴とする電動機。

【請求項11】請求項1から3記載の電動機において、前記第1の界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、第2界磁用磁石の側面から離れたところにはストッパーを設け、前記ストッパーは第2界磁用磁石とシャフトに対して回転運動と往復運動及び複合運動を案内する支持機構を備えたことを特徴とする電動機。

【請求項12】請求項1から3記載の電動機において、前記第1の界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、第1界磁用磁石を有する回転子と前記固定子間のエアギャップより第2界磁用磁石を有する回転子と前記固定子間のエアギャッ

プの方が大きくしたことを特徴とする電動機。

【請求項13】請求項1から3記載の電動機において、前記第1と第2の界磁用磁石は前記固定子磁極に対向しているとともに、前記第1と第2の界磁用磁石が相対的に軸方向に可動することを特徴とする電動機。

【請求項14】請求項1から請求項3記載の空気調和機において、前記回転電機は通常運転（冷房、暖房：高トルクが必要な運転）時は前記第1界磁用磁石と第2界磁用磁石の磁極中心位置を一致させ、高速低負荷運転（霜取り：高トルクが必要ない運転）時は前記第1界磁用磁石と第2界磁用磁石の磁極中心位置をずらして運転することを特徴とする空気調和機。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正内容】

【0027】また、同じ電動機として働く時、回転子の回転方向が反対になれば、トルク方向も反対になる。同じく、同じ発電機として働く時、回転子の回転方向が反対になれば、トルク方向も反対になる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正内容】

【0042】ここに、位置検出回路84は誘導起電力以外にもホールセンサ、エンコーダ、（180度なら電流センサ）等で検出しても良い。室外熱交換機は室外機ファンの制御も行っているが、ここでは省略する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正内容】

【0046】前記第1界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2界磁用磁石はシャフトと分離すると共に、シャフトにはボルトのネジ部と第2界磁用磁石の内側はナット部になりお互いにネジの機能を持たせて接続して運転すると、第2界磁用磁石は回転しながら軸方向に左右に移動する。

フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

H02K 16/02  
21/16  
29/06

識別記号

F I

H02K 16/02  
21/16  
29/06

テマコード(参考)

5H622  
M  
Z

F ターム(参考) 3L060 AA03 CC19 DD04 EE04  
5H002 AA01 AB08 AC05 AE07  
5H019 BB20 BB24 CC03 EE04  
5H607 BB01 BB02 BB09 BB14 CC01  
DD02 FF06 HH01  
5H621 BB07 GA04 GA16 HH01 JK02  
JK11  
5H622 AA03 CA01 CA07 CA12 CA13  
CA14 CB01 PP01 PP14